

TÜRKİYE' DE VE DÜNYA' DA BİR LPG İNCELEMESİ

Mehmet KAYA, Hakan Ercan

Özet - Petrolün bir türevi olan LPG (Likid Petrol Gazı), Ülkemizde ve Dünya' da gün geçtikçe kullanımı yaygınlaşan bir yakıt türüdür. LPG' nin likid olarak depolanıp, nakledilebilmesi, kalorifik değerinin ve yanma veriminin diğer yakıtlara oranla daha yüksek olması, kullanımı ve yaygınlaşması yönünden büyük bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca LPG' nin sanayide, özellikle proseslerde, konut ve villalarda ısınma amaçlı kullanımının yanında, son yıllarda "otogaz" olarak adlandırılan, otomobillerde alternatif yakıt olarak kullanılması, dikkatlerin LPG' ye yönelmesini sağlamıştır.

Summary – The LPG which is a derivateve of petrol is becoming more and common used fuel in our country and world. That the LPG is easy to store and transport and its heat output is higher than the other fuels, provides a big advantage about usage and prevalence. Besides the usage of LPG in industry and for heating at homes, in recent years the consumption of LPG as an alternative by vehicles headed the attentions to the LPG.

I.GİRİŞ

Doğalgazın ülkemizde sanayide ve konutların ısıtılmasında gittikçe artan oranda yaygınlaşması LPG tüketimini de dolaylı yoldan etkilenmektedir. Doğalgazın konfor ve avantajlarını arayan, doğalgazın henüz ulaşmadığı yörelerde, LPG rakipsiz bir yakıt konumundadır. LPG tüketimini artıran diğer faktör de, lönem dönem yaşamış olduğumuz doğalgaz kesintileridir. Özellikle doğalgaz kullanılacak şekilde kurulmuş olan sanayi tesislerinde ve kojenerasyon tesislerinde doğalgaz kesintisi, sanayi tesisinin durması, üretimine ara vermesi anlamına gelmektedir.

Bu nedenle doğalgaz ile çalışan sanayi kuruluşları ya LPG yedeklemeli olarak çalışmakta ya da kesinti riskine maruz kalmamak için normal değerinden daha yüksek fiyata doğalgaz kullanmaktadır.

II. LPG (LİKİD PETROL GAZI) ÜRETİMİ

II. 1 Petrol Nedir ?

Doğal organik maddelerin bir karışımı olan petrol, jeolojik yer katmanları arasında likid veya gaz fazında bulunmaktadır. Rafinerizasyon işlemleri ile bileşenlerine veya alt ürünlere ayrılabilen likid fazı, hampetrol olarak adlandırılmaktadır. Petrol, yer altı jeolojik katmanları arasında doğalgaz ve tuzlu su ile birlikte bulunmaktadır. Petrolün yer altındaki dizilimi aşağıdan yukarı azalan yoğunlukta olacak şekildedir. En üstte doğalgaz olarak isimlendirebileceğimiz, düşük molekül ağırlıklı alkanlar (C_nH_{2n+2}), çoğunlukla metan (CH_4), ile birlikte inorganik gazlardan (karbondioksit, nitrojen, hidrojen sülfid ve bazen helyum) oluşmaktadır. Tabakanın orta kısmında, jeolojik katmanın sahip olduğu sıcaklık ve basınçta likid (doymuş) fazında bulunan hidrokarbonlar ve yoğunlaşmış gazları bünyesinde bulunduran tabaka gelmektedir. En altta bulunan katman ise, çoğunlukla 104 ppm' den daha fazla miktarda su içersinde ergimiş halde bulunan inorganik tuzlardan (Çoğunlukla sodyum sülfat, potasyum, kalsiyum ve magnezyum) oluşmaktadır.

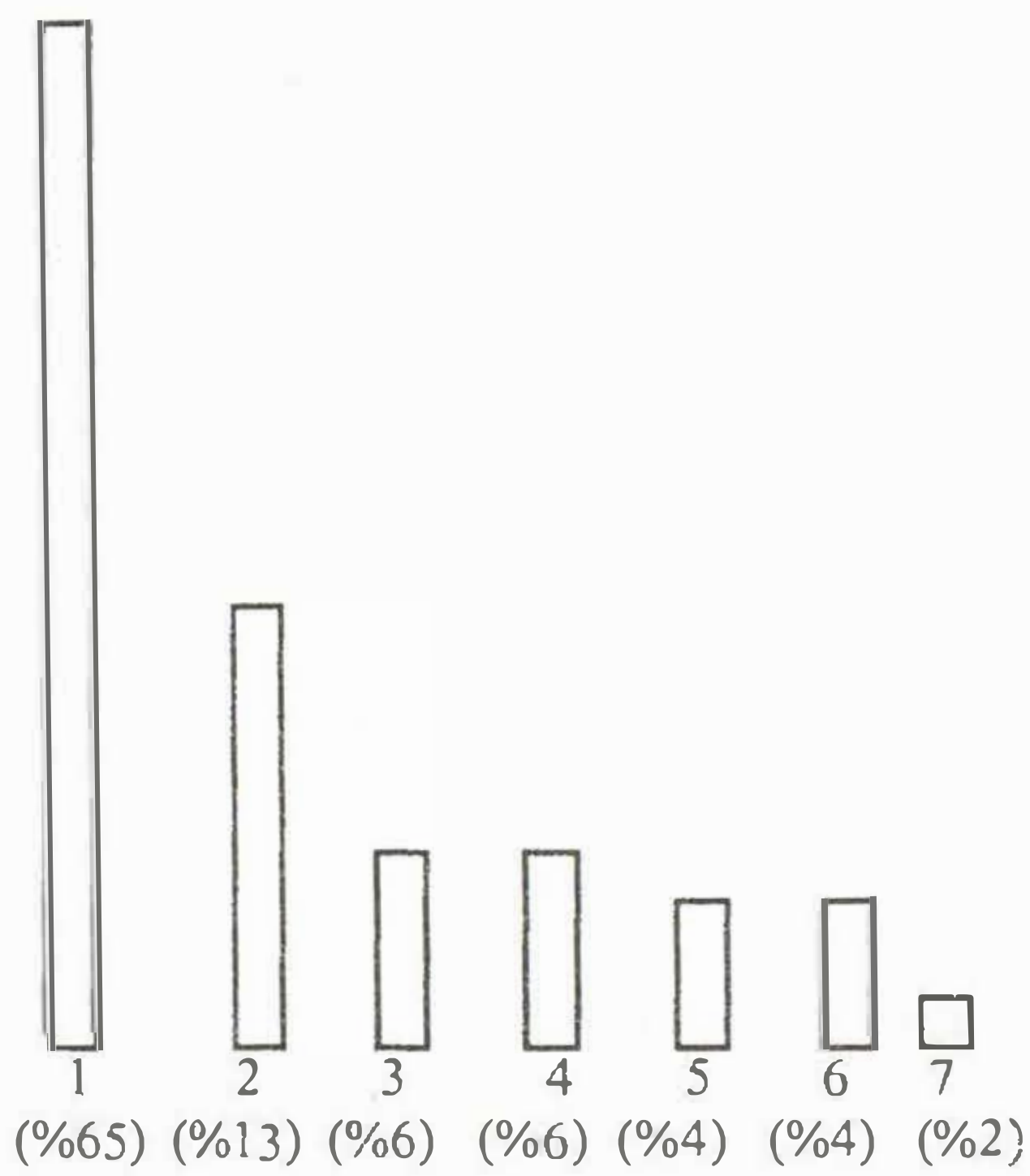
Yeraltındaki rezervuarından çıkarılan hampetrol, rafinerilerdeki proseslerle bünyesindeki istenmeyen maddelerden ayrılmakta ve türevlerine ayrıştırılmaktadır.

II. 2 Petrolün Tarihi

Petrol kelimesi, latince' de taş anlamına gelen (petra) ve yağ anlamına gelen (oleum) kelimelerinin kısaltılmış şeklidir. Çok eski zamanlardan beri petrolün ısıtma, inşaat ve izolasyon da kullanıldığı bilinmektedir. Babil şehrinin yıkıntılarında, bitümlerin tuğla yapılarda harç olarak kullanıldığını ve bu şehrin sokaklarının tabii asfalt ile kaplanmış tuğlalardan döşendiğini görmekteyiz. Bu

maddelerin, Bağdat ve Musul arasında Dicle kenarında bulunan petrol sızıntılarından temin edildiği sanılmaktadır. 15.yy' da Ren vadisinin Fransa tarafında bulunan petrollü kumtaşlarının o zamanki madencilik metodları ile işlendiği, buna benzer şekilde Polonya ve Rusya' da üretim yapıldığı anlaşılmaktadır.

Petrol ve petrol gazlarının sızıntı halinde yeryüzüne çıkması, yıldırım düşmesi gibi tabiat olayları ile kendiliğinden ateş alması ve asırlar boyu sönmeden devamlı yanması bu ateşin kutsal sayılmasına sebep olmuştur. Bakü, Kerkük ve Güney İran' da bol miktarda bulunan sızıntılar bu bölgede yaşayan insanların uzun süre bu ateşe tapmasına yol açmıştır. Modern Petrol endüstrisinin başlangıcı olarak, 1859 yılında A.B.D.' de Albay Drahe tarafından, modern anlamdaki ilk kuyunun açılması kabul edilir. Hemen hemen aynı zamanlarda Polonya, Romanya, Rusya ve bazı Amerika ülkelerinde petrol sahalarının işletilmesi yoluna gidilmiştir.



1- O. Doğu 2- L. Amerika 3- Afrika
4- Avrupa (OECD dışı) 5- K. Amerika 6- Asya-Avt.
7- Avrupa (OECD)

Şekil 1. Bölgeler itibarı ile dünya hampetrol rezervleri (1.1.1993)

II. 3 Petrolün Fiziksel Özellikleri

Petrolün fiziksel özellikleri geniş limitler arasında değişir. Çoğunlukla hafif (Yüksek graviteli) petroler açık kahverengi veya siyah renklidir. Petrolün önemli bir fiziksel özelliği olan ve petrol sanayiinde API gravitesi ile ölçülen özgül ağırlığı da büyük ölçüde değişmektedir. API gravitesi ile özgül ağırlık arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$$\text{ÖZGÜL AĞIRLIK} = \frac{141.5}{131.5 + \text{API Gravite}}$$

Yüksek graviteli (Düşük özgül ağırlıklı) petrolün rafinajından ise çoğunlukla fuel-oil ve asfalt gibi ağır ve siyah ürünler elde edilmektedir.

Petrolün bir diğer önemli fiziksel özelliği vizkozitesidir. Bilindiği gibi en basit tarifi ile viskoz bir akışkanın akışa karşı gösterdiği mukavemettir. Düşük vizkoziteli petrolerin nakli ve işlenmesi, yüksek vizkoziteli petrolere nazaran daha kolay ve ekonomiktir. Dolayısıyla bunlar, sanayide tercih edilen petrol cinsini teşkil etmektedir.

Önemli bir enerji hammaddesi olan petrolün 1 Kg' yanmasından meydana çıkan enerji 10.500 Kcal civarındadır. Bu ısı değeri yaklaşık olarak, 3 Kg linyit 1 Kg iyi kalite odun, 1.5 Kg taş kömürün verebileceği enerji miktarına eşittir.

II. 4 Petrolün Kimyasal Özellikleri

Petrol; gaz sıvı ve katı hidrokarbonların çeşitli oranlarda karışımlarından meydana gelmiştir. İçerisinde hidrokarbonlara ilaveten kükürt, oksijen ve nitrojen gibi elementler de bulunur. Petrolde bulunan kimyasal elementlerin ağırlıkça yüzdeleri genellikle aşağıda gösterilen limitler arasında değişir.

Çizelge 1. Hampetrolde bulunan elementlerin ağırlıkça yüzdeleri ve limitleri

Modern Petroleum Technology (The Institute of Petroleum, London)

Karbon	83,9	86,8
Hidrojen	11,0	14,0
Kükürt	0,06	8,0
Nitrojen	0,02	1,7
Oksijen	0,08	1,82
Metaller	0,00	0,14

II. 5 Türkiye' deki Petrol Rafinerileri

Ülkemizde dördü TÜPRAŞ' a bağlı biride yabancı şirketlerin sahip olduğu toplam beş petrol rafinerisi bulunmaktadır. Türkiye' deki petrol rafinerilerinin kuruluş yerleri ve kuruluş rafinaj kapasiteleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 2. Türkiye' deki petrol rafinerilerinin kuruluş kapasiteleri ve buldukları iller.

Tüpraş İzmit Rafineri Müdürlüğü yayını (1996)

Rafineriler	Kurulu Kapasite (Milyon/Ton)	Kuruluş Yeri
İzmit	11.5	Körfez/KOCAELİ
İzmir	10.5	Aliağa/İZMİR
Kırıkkale	5.0	KIRIKKALE
Batman	1.1	BATMAN
TÜPRAŞ	27.6	
Ataş	4.4	MERSİN
TÜRKİYE	32.0	

II. 6 Petrolün Rafinerizasyonu ve LPG

Günümüzde petrol ürünleri, yüzlerce ürünün ya hammaddesini oluşturmakta yada direkt olarak kullanılmaktadır. Petrol rafinerileri, ham petrolün çeşitli proseslerden geçirilerek piyasanın ihtiyacını duyduğu ürünlere dönüştürülmesini sağlamaktadır.

Petrol endüstrisinin başlangıcından beri rafinerizasyon mühendisliğinin işlevi; ham petrol içersindeki karışım halinde bulunan hidrokarbonları, geniş bir yelpazede ürüne dönüştürmek, bunu gerçekleştirirken de minimum maliyeti gözetmektir.

Sanayinin gelişmeğe başladığı ilk yıllarda rafinerinin temel ürünü gazyağıydı. Gazyağını elde etmek için distilasyon prosesi kullanılmaktaydı. Zamanla gazyağı ihtiyacının artması ve artakalan ham petrolün işlenmesi gereksinimi, rafinerizasyon prosesini farklı alanlara yönelmeğe sevk etti. 1930'lu yıllarda, hampetrol içersindeki daha yüksek kaynama noktasına sahip birleşenlerin ayrıştırılması temel amacı teşkil etmeğe başladı. Termal cracking yönteminin geliştirilmesi ve yaygınlaşması ile yağ ve asfalt üretimi gerçekleştirildi.

Rafinerizasyon prosesinin asıl önemi 1939-1945 yılları arasında 2. Dünya Savaşı yıllarında hissedildi. Bu dönemde savaş uçaklarının ihtiyacı olan yüksek oktanlı yakıt gereksinimi, petrol ayrıştırılması proseslerinde yeniliklerin hızlanmasını sağladı. Bu trendin sunucunda catalitic cracking yöntemi bulundu. Fakat petrol rafinerizasyonda distilasyon, temel unsur olarak yerini korumağa devam etti.

1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi, enerjinin gereken miktarda kullanılması ve proseslerde mümkün olduğunca

yüksek verim alınması gerekliliğini gündeme getirdi. Bu gerekliliğin doğal sonucu olarak geri dönüşüm üniteleri, ısı değiştiriciler ve yoğuşturucular devreye girdi.

II. 7 LPG (Likit Petrol Gazı)

LPG, çoğunlukla C3 ve C4 hidrokarbonlarının (propan, propilen, n-bütan, bütilen ve izo-bütan) karışımından oluşmaktadır.

Çizelge 3. Bazı hidrokarbon bileşimi gazların kaynama noktaları ve kritik sıcaklıkları.

Modern Petroleum Technology (The Institute of Petroleum, London)

	Atmosferik basınçtaki kaynama noktası (°C)	Kritik sıcaklık (°C)
CH ₄	- 162	- 83
C ₂ H ₆	- 89	32
C ₃ H ₈	- 42	97
iC ₄ H ₁₀	- 12	135
nC ₄ H ₁₀	- 1	152
nC ₅ H ₁₂	36	157

Çizelge 3.'de görüldüğü gibi metan (CH₄) ve etan' ın (C₂H₆) kritik sıcaklığı, çevre sıcaklığının (15 °C) altında veya biraz üzerindedir. Türkiye gibi çevre sıcaklığının özellikle yaz aylarında ortalama 35-40 C' ı bulduğu yerlerde metan ve etan' ın likidleştirilerek taşınması mümkün olmamaktadır. Propan, bütan ve izomerlerinde ise böyle bir durum söz konusu değildir. Propanın kritik sıcaklık 97 °C, bütan ve izomerlerinde ise 135 °C ve üzeridir. Dolayısıyla propandan itibaren diğer hidrokarbonları likidleştirip stoklamak ve nakletmek mümkün olmaktadır. Bu sebepten dolayı propan, bütan ve izomerleri ticari olarak avantajlı olan değerli hidrokarbonlardır. Bunlar likid olarak depolanmakta, gaz olarak kullanılmaktadır. Bölüm 2' de belirtildiği gibi LPG' nin kaynağı da doğalgazınki ile aynıdır. Hampetrolün distilasyonu esnasında C₃ ve C₄ hidrokarbonlar doğrudan eriyik içersinde açığa çıktığı gibi rafinerizasyonun diğer catalitic cracking, thermal cracking ve hydrocracking gibi proseslerinde de büyük moleküllerin parçalanması ile C₃ ve C₄'lü hidrokarbonlar açığa çıkmaktadır.

II. 8 Hampetrolün İşlenmesi Esasında LPG Açığa Çıkan Prosesler

II. 8. 1. Distilasyon Prosesi

Distilasyon prosesi, elementlerin ayrıştırılmasında ikibin yılı aşkın süredir kullanılıyor olmasına rağmen 19.yüzyılın sonuna kadar, distilasyon teoresi anlaşılamadı. Distilasyon prosesi konusundaki bilgilerimiz arttı. Buna paralel olarak distilasyonu oluşturan bileşenler ve komponent verimleri önceden tahmin edilebilir seviyelere geldi. Her şeye rağmen distilasyon teorisi eksiktir ve bir hayli deneye ve gözleme dayanan ampirik bilgileri gerektirmektedir.

II. 8.2. Gaz Sıvı Fazı Dengesi

Distilasyonla ilgili pek çok çalışma, bileşenlerin likid ve gaz olarak dağılımını bulmaya yönelik olarak başlar. Bu noktada çoğunlukla Raoult' s kanunu kullanılır. Raoult' s kanunu; denge halinde, bir sıvı çözelti içerisindeki bileşenin kısmi basıncı ile ilgili bağıntı verir.

$$P_i = x_i \cdot P$$

$$P_i = \text{İ bileşenin kısmi basıncı}$$

$$x_i = \text{İ bileşenin mol oranı} \quad P_i = \text{Aynı sıcaklıkta İ bileşenin buhar basıncı}$$

Dalton kanununa göre bir bileşenin kısmi basıncı ile sistemin toplam basıncı arasındaki ilişki;

$$P_i = Y_i \cdot P$$

$$Y_i = \text{Buhar fazındaki İ bileşenin mol oranı}$$

$$P = \text{Sistemin toplam basıncı bağıntılarını birleştirirsek;}$$

$$Y_i / X_i = P_i / P = K$$

elde ederiz. K katsayısı; "Faz denge sabiti" olarak bilinmekte olup, belirli basınç ve sıcaklıkta bileşenlerin sıvıgaz mol oranları hakkında bilgi vermektedir.

III. LPG' NİN DEPOLANMASI

LPG' nin en önemli avantajlarından biri; likid olarak depolanıp, gaz olarak kullanılabilmesidir. Gemilerle LPG ithal edildiğinde veya TÜPRAŞ' tan alındığında her bir dağıtım firmasının küresel tanklarında stoklanmakta ve bu küresel tanklardan bölgelere dağıtım gerçekleştirilmektedir. LPG' yi kullanım alanlarına göre depolanacak kapasitede stok tankları ve tüpler mevcuttur.

LPG olarak adlandırmış olduğumuz C3-C4 hidrokarbon karışımı, ülkemizde % 30 propan - % 70 bütan ağırlıklı

karışım olarak kullanılmaktadır. Propanın kaynama noktası 41 °C, bütanın ise 1 °C' dir. Propanın kaynama noktasının bütana oranla daha düşük olması ticari olarak propana avantaj sağlamaktadır. Kışın dış hava sıcaklığının 1 °C ve altına düştüğü yerlerde mix LPG' de likidleşme meydana gelmektedir. Bu gibi yerlerde toprak sıcaklığından faydalanmak amacıyla stok tankı yeraltına konulmakta, gaz fazı izoleli borularla veya refakat hatları ile taşınmakta veya % 100' yakın propan kullanılmaktadır.

LPG stok tankları basınçlı tanklar sınıfına girmekte olup imalat aşamasında, denetmen firmalar tarafından kontrol edilmekte ve sertifika verilmektedir. Stok tankı, boru ve fittingsleri özel alaşımlı çeliklerden seçilmektedir. Tank malzemeleri Wst 355 çeliğidir. LPG tesisatlarında kullanılan borular ise SCH 40 olarak adlandırılan çelik çekme dikişsiz borudur. Boru ve fittingsleri birleştirilmesi kaynakla yapılmaktadır. Sanayi ve evsel amaçlı LPG stok tanklarının kapasiteleri, 800 Kg' dan 90 ton kadar geniş bir yelpazede değişmektedir.

LPG' nin propanla karıştırılarak kullanılmasının temel nedeni, propanı itici gaz olarak kullanma isteğidir. Aynı sıcaklıkta propanın buhar basıncı, bütana oranla 5-7,5 kat mertebelerinde daha fazladır. LPG tanka stoklandığında her ne kadar karışım halinde olsa da denge durumunda yoğunluk farkından dolayı likid bütan altta, propan ise üstte bulunmaktadır. Tankın en üstünde ise, ortam sıcaklığında bütan ve propan gaz fazında karışım halindedir. İşletmelerde en fazla düşülen hatalardan biri herhangi bir arıza durumunda likid hattının kapatılması tankın gaz fazından kullanıma devam edilmesidir. Arıza kısa sürede giderilinceye kadar kullanılacak olan bu geçici çözüm süreklilik kazanırsa, tankın gaz fazında propan tükenmekte tank basıncı düşmektedir. Bu durumda stok tankında LPG bulunsa da buharlaştırıcıya ulaşmamakta yada yetersiz debide gelmektedir. Bu tür bir durumla karşılaşmamak için zorunlu haller dışında tankın likid hattı kullanılmalıdır.

Çizelge 4. Propan, izobütan ve bütan özelliklerinin karşılaştırılması

Handbook : Butane and propane gases

Özellik

Propan	İzobütan	Bütan
1. Enerji (Gaz fazında), (Kcal/kg)		
12038	11813	11841
2. Hava ile alev alma yüzdesi (den itibaren)		
2,4	1,8	1,8
3. Buhar basıncı (Kpa)		

634	165,4	82,7	15,5 °C' da
1213,4	399,9	255,1	37,7 °C' da
4. Likid fazda özgül ağırlık (Su=1)			
0,508	0,563	0,584	
5. Atmosferik basınçta kaynama noktası (°C)			
-41	-11	-1	
6. 15,5 °C, Atmosferik ortamda (m ³ gaz/Kg likid)			
0,537	0,407	0,408	
7. 15,5 °C, Atmosferik ortamda (m ³ gaz/m ³ likid)			
270,7	228,9	237,8	
8. Gaz fazının özgül ağırlığı (Hava=1)			
1,52	2,0	2,0	

SONUÇ

Emisyon değerleri açısından LPG diğer yakıtlara göre daha avantajlıdır. Ekonomik yönden bu noktada bir bakış açısı olabilir. Filo boyutu ve aktivitesi ile değişmekle beraber, teçhizat ve güvenlik ile ilgili yatırımlar zamlı düşük yakıt gideri sayesinde geri kazanılabilir. Ayrıca işletme giderleri açısından da büyük kazançlar elde edilebilir. LPG ve dizel arasında bir masraf karşılaması yaparsak;

-Bir LPG otobüs fiyatı dizel fiyatından daha fazladır (yaklaşık %15)

Yatırımlara giden masraflar.

Güvenlik kısıtlamaları ekstra güvenlik tedbirleri gerektirir;

Yeni bir havalandırma sistemi ve LPG detektör sistemi gerektirir.

Bir LPG otobüse yakıt doldurulurken şoförün bir dakikayı basılı tutması gereklidir. Otobüs şirketi tarafından bu zaman kaydının giderlere yansıtılması esaplanmalıdır.

Entedik yağların kullanımı ve katalitik konvektör eğitimi, bakım ve masrafları LPG' yi dizelden daha masraflı hale getirir (yaklaşık %16).

Kilometre başına yakıt parası.

Toplu ulaşım şirketleri için yol vergisi ödemek zorunda değillerdir.

Hükümet bazı kentsel bölgelerde dizel kullanımına sınırlama getirmesi otobüs ya da diğer ATA kullanan şirketler için belirgin bir risk doğurabilir. Bunun yanında,

LPG kullanımını şirketin imajını geliştireceği gibi yeni iş olanakları sağlayacaktır.

LPG kullanımını teşvik için ülkelerin kullandığı başlıca yöntem vergi indirimidir. Günümüzde çevre kirliliği önemli bir problem olmakla beraber tüketici için LPG motor teknolojilerine erişim masrafı belirleyici bir faktördür. Aşağıdaki örnekler Avrupa Birliği' ne üye bazı ülkelerin LPG kullanımını teşvik için kullandığı mali politikalarından örneklerdir : Fransa : 100 000 den fazla insanın yaşadığı şehirlerde, 20 den fazla aracı olan filolarda yeni araçların %10 gibi bir kısmı temiz yakıt kullanmalıdır (ENG,LPG). Ayrıca petrol vergisinde otobüsler için 1 832 kamyonlar için 1 000 ECU değerinde geri dönüşüm için anlaşılmıştır. Hollanda : Gazla çalışan otobüslerden yol vergisi alınmamaktadır. Hükümet ve toplu taşıma şirketleri arasında bir anlaşma imzalanmıştır: tüketici vergisinde 0.025 ECU/litre değerinde geri dönüşüm hedeflenmektedir, 1998 Eylül ayından 2002 yılına kadar alınacak yeni otobüslerin %50' si gaz kullanacaktır. İtalya : 300 den fazla çalışanı olan filolar artan miktarlarda gazla çalışan otobüs kullanmalıdır; %5 1998 - %50 2003 Veneto bölgesi sadece LPG araçları kullanmayı kararlaştırmıştır. Emilio Romagna ve Labardia bölgeleri de aynı kararı almıştır. İngiltere : Yeni bir enerji politikası sayesinde standart bir araçla alternatif yakıtlı araçların arasındaki fiyat farkının %75 inin geri dönüşümü mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] HOBSON, G. D., (1992), Modern Petroleum Technology, The Institute of Petroleum, London, cilt 1-2
- [2] DENNY, L.C, LUXON, L.L ve HALL, B.E., (1962) Handbook : Bütane-Propane Gases, Chilton Company, California
- [3] TÜPRAŞ., (1996) Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. Tanıtım Kitapçığı, İzmit Rafineri Müdürlüğü Eğitim Koordinatörlüğü, Kocaeli
- [4] TUNALI, N.K ve ARAS, N.K., (1987) Kimya Temel Kavramlar, Başarı Yayınevi, Ankara
- [5] BÜYÜKTÜR. A.R, (1995) Termodinamik Uygulama Esasları, Birsen Yayınevi, İstanbul
- [6] TÜPRAŞ., (1998) Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. Yıllık Raporu, Tüpraş Genel Müdürlüğü, Kocaeli
- [7] LPG Mavi Alev, Gelişim Matbaacılık, İstanbul